



中华人民共和国国家标准

GB/T 38852.1—2020/IEC 61069-1:2016

工业过程测量控制和自动化 系统评估中系统特性的评定 第 1 部分：术语和基本概念

Industrial-process measurement, control and automation—Evaluation of
system properties for the purpose of system assessment—
Part 1: Terminology and basic concepts

(IEC 61069-1:2016, IDT)

2020-07-21 发布

2021-02-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	Ⅲ
引言	Ⅳ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	8
3.3 BCS 概念相关的术语扩展	8
4 评估的基础	9
5 评估的考虑	10
5.1 基础控制系统 (BCS)	10
5.1.1 概述	10
5.1.2 过程/机器接口功能	11
5.1.3 数据处理功能	11
5.1.4 通信功能	11
5.1.5 人机接口功能	11
5.1.6 外部系统接口功能	11
5.2 系统特性	11
5.2.1 概述	11
5.2.2 功能性	11
5.2.3 性能	11
5.2.4 可信性	12
5.2.5 可操作性	12
5.2.6 安全性	12
5.2.7 其他	12
5.3 影响因素	12
附录 A (资料性附录) 影响因素举例(信息来自 IEC TS 62603-1)	14
参考文献	28

前 言

GB/T 38852《工业过程测量控制和自动化 系统评估中系统特性的评定》计划分为 8 个部分：

- 第 1 部分：术语和基本概念；
- 第 2 部分：评估方法学；
- 第 3 部分：系统功能性评估；
- 第 4 部分：系统性能评估；
- 第 5 部分：系统可信性评估；
- 第 6 部分：系统可操作性评估；
- 第 7 部分：系统安全性评估；
- 第 8 部分：其他系统特性评估。

本部分为 GB/T 38852 的第 1 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用 IEC 61069-1:2016《工业过程测量控制和自动化 系统评估中系统特性的评定 第 1 部分：术语和基本概念》。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 17626.2—2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验(IEC 61000-4-2:2008, IDT)；
- GB 17799.4—2012 电磁兼容 通用标准 工业环境中的发射(IEC 61000-6-4:2011, IDT)。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国工业过程测量控制和自动化标准化技术委员会(SAC/TC 124)归口。

本部分起草单位：机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、上海工业自动化仪表研究院有限公司、电力规划设计总院、上海市计量测试技术研究院、重庆邮电大学、青岛蓝鲸科技有限公司、江苏省电子信息产品质量监督检验研究院、上海自动化仪表有限公司、福建上润精密仪器有限公司、北京康吉森技术有限公司、横河电机(中国)有限公司、菲尼克斯电气(南京)研发工程中心有限公司。

本部分主要起草人：汪烁、柳晓菁、李明华、张晋宾、张毅、李勇、高保卫、刘璐、朱雯娟、张庆军、戈剑、周有铮、关琪、龚松建。

引 言

系统评估是指基于证据对系统适合于一项特定使命或一类使命的判定。

为获得全部证据,宜对与特定使命或一类使命相关的所有系统特性进行完整评定(例如在所有影响因素下)。

由于对所有系统特性进行完整评定难以实现,系统评估所基于的原理是:

- 对每个相关系统特性的重要性的辨别;
- 相关系统特性评定的计划,该计划应对多种系统特性的评定体现良好的成本效益。

在实施系统评估时,关键是在实际的成本和时间约束条件下获得对系统适用性的可信度的最大提升。

评估只能在已声明(或给定)使命或者假定了任何使命时开展。在不存在使命时,不进行评估。但是,可以对系统进行检查为将来开展的评估工作收集和组织数据。在这些情况下,由于评定是评估的组成部分,本部分可作为评定计划的指导并提供执行评定的方法。

在准备评估时,会发现系统的定义过于狭窄。例如,具有两个或多个版本的共享资源的控制系统的设施(例如网络)宜考虑版本的共存性和互操作性。在这种情况下,被评估的系统不宜仅局限于“新”BCS,而是宜包含这两个版本。也就是说,宜改变系统的边界来包含所有系统以解决这些问题。

本部分的结构以及与 GB/T 38852 预计的其他部分的关系见图 1。

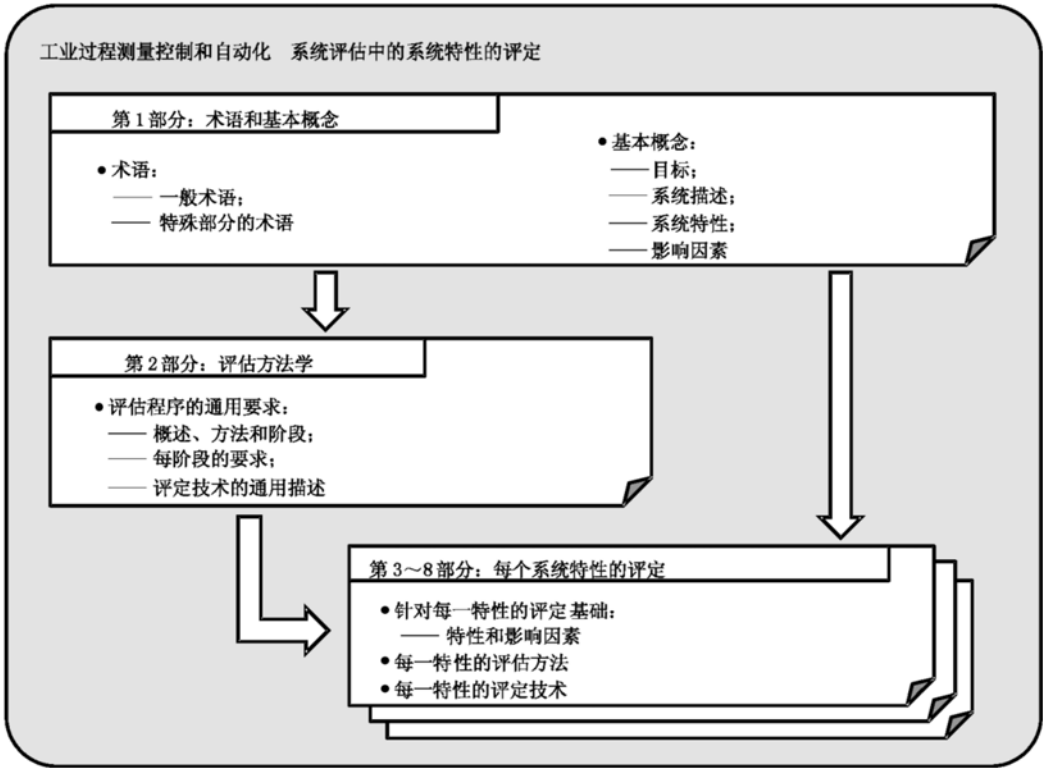


图 1 GB/T 38852 的总体设计

一些评估项的例子参见附录 A。

工业过程测量控制和自动化 系统评估中系统特性的评定 第 1 部分:术语和基本概念

1 范围

GB/T 38852 的本部分界定了术语,概述了基本过程控制系统(BPCS)和基本离散控制系统(BDCS)评估的基本概念。这两种通用系统类型覆盖了离散、批处理和连续的应用。在本部分中,BPCS 和 BDCS 被统称为基本控制系统(BCS)。

本部分对安全的处理仅限于 BCS 本身可能出现的危险。

不考虑可能由被评估 BCS 控制的过程或装置引入的危险。

预期 BCS 风险降低小于 10(即按照 GB/T 20438.4—2017 达到 $SIL < 1$)的情况,其评估符合本部分。

具有安全完整性等级(SIL)或者执行任何安全仪表功能(SIF)的 BCS 不在本部分的范围内,其中 SIL 由 GB/T 20438.4—2017 定义,SIF 由 GB/T 21109.1—2007 定义。

本部分可供系统的用户和制造商,以及负责开展评估的独立机构使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 20438.4—2017 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全 第 4 部分:定义和缩略语(IEC 61508-4:2010,IDT)

GB/T 21109.1—2007 过程工业领域安全仪表系统的功能安全 第 1 部分:框架、定义、系统、硬件和软件要求(IEC 61511-1:2003,IDT)

IEC 61000-4-2 电磁兼容 第 4-2 部分:试验和测量技术 静电放电抗扰度试验[Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-2: Testing and measurement techniques—Electrostatic discharge immunity test]

IEC 61000-6-4: 2006 电磁兼容 第 6-4 部分:通用标准 工业环境中的发射标准[Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 6-4: Generic standards—Emission standard for industrial environments]

IEC 61000-6-4: 2006/AMD1: 2010

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

准确度 accuracy

测量/输出结果与被测/计算的量的(约定)真值之间的一致程度。

3.1.2

(系统)评估 assessment (of a system)

基于证据判定系统对一项特定使命或一类使命的适用性的过程。

注：改写 ISO 15513:2000, 定义 3.3。

3.1.3

评估活动 assessment activity

评定一个或多个评估项的一组行为。

3.1.4

评估机构 assessment authority

具有评估的法律效力和权利的主体。

注：改写 ISO/IEC Guide 2:2004, 定义 4.5。

3.1.5

评估项 assessment item

一组被评估的系统特性和所考虑的评估的影响因素。

3.1.6

评估程序 assessment program

协调一组评估活动(不必要互相依赖)的文档化程序, 该程序将持续一段时间并设计用于实施评估活动。

3.1.7

评估协议 assessment protocol

描述评估的一组正式规则。

3.1.8

评估规范 assessment specification

规定评估范围、要求和约束条件的文件。

3.1.9

可用性 availability

在要求的外部资源得到保证的前提下, 在给定时刻或给定时间内, 处于执行所要求功能的状态的能力。

注：改写 GB/T 2900.99—2016, 定义 192-01-23。

3.1.10

基本负荷 base load

系统执行系统诊断和类似功能, 但没有执行 SRD 规定任务时的负荷。

3.1.11

基本控制系统 basic control system

基本离散控制系统(BDCS)和/或基本过程控制系统(BPCS)。

3.1.12

基本离散控制系统 basic discrete control system; BDCS

实现使命和任务的系统, 该系统响应机器及其相关装置、其他可编程系统和/或操作者的输入信号, 并产生使机器及其相关装置以期望方式运行的输出信号, 但不执行任何声明 $SIL \geq 1$ 的功能安全功能。

注：改写 GB/T 21109.1—2007, 定义 3.2.3。

3.1.13

基本过程控制系统 basic process control system; BPCS

响应过程及其相关装置、其他可编程系统和/或操作者的输入信号, 并产生使过程及其相关装置以

期望方式运行的输出信号的系统。

[GB/T 21109.1—2007, 定义 3.2.3]

3.1.14

处理能力 capacity

在不影响任何其他系统能力的情况下,系统能够执行信息转换的数量。

注: 处理能力,例如:

- 在给定时间内某种类型信息转换的数量,或;
- 某种类型信息转换的数量,或;
- 信息转换的数量,或;
- 任务数量,或;
- 在给定时间内的任务完成度。

3.1.15

类型 class

一组类似对象的抽象。

3.1.16

使命类型 class of mission

共享通用要求的使命集合的抽象。

3.1.17

覆盖范围 coverage

系统为执行工业过程测量和控制任务,所提供的功能的程度。

3.1.18

配置性 configurability

系统便于选择、设置和安排其模块执行给定任务的程度。

3.1.19

信任性 credibility

系统能够识别系统状态并发出相应信号,抵制错误输入或未经许可的访问的程度。

3.1.20

循环时间 cycle time

两个连续循环反复事件之间的时间跨度。

[IEC 61800-7-1:2015, 定义 3.3.5.5]

3.1.21

死区 dead band

输入变量值的有限范围,在该范围内输入变量的变化不产生任何输出变量中可测量的变化。

注: 当这种特征类型是有意的时,有时成为中性区。

[IEC 60050-351:2013, 定义 351-45-15]

3.1.22

可信性 dependability

在要求的外部资源得到保证的前提下,系统能够在给定条件下,在给定时刻或给定时间内正确地专门执行一项任务的可靠程度。

3.1.23

效率 efficiency

系统提供的操作方式可使操作人员在规定约束条件下利用系统完成任务所需要的时间和精力减至最少的程度。

3.1.24

组件 element

提供不可分割的单一功能,并能够不可分割地被考虑和测试,由硬件和/或软件组成的系统部分。

3.1.25

(系统特性)评定 evaluation (of a system property)

对系统特性满足规定准则的程度的系统性测定。

注: 改写 ISO/IEC 12207:2008,定义 4.12。

3.1.26

后备 fall-back

功能性后备:在失效或异常运行时返回到已知功能等级或模式的能力。

3.1.27

灵活性 flexibility

系统可适应的程度。

3.1.28

功能 function

模块执行的操作,以使系统执行其任务。

3.1.29

功能性 functionality

系统为执行系统使命要求的任务而提供功能的程度。

3.1.30

功能安全 functional safety

整体安全的组成部分,依赖于功能单元和物理单元响应其输入并正确运行。

注: 参见 IEC TR 61508-0。

[IEC 60050-351:2013,定义 351-57-06]

3.1.31

危害 harm

对人体健康造成损伤或伤害,或者对财产或环境造成破坏。

[ISO/IEC Guide 51:2014,定义 3.1]

3.1.32

危险 hazard

危害的潜在根源。

[ISO/IEC Guide 51:2014,定义 3.2]

3.1.33

迟滞 hysteresis

由带有分支的特性曲线表示的现象。用于表示增大输入变量值的分支称为上行分支。另一个分支是用于表示减小输入变量值的下行分支。

[IEC 60050-351:2013,定义 351-45-16]

3.1.34

影响因素 influencing factor

可观测到的定性的或可测量的定量的影响系统特性的项。

3.1.35

信息转换 information translation

将进入系统或模块边界的信息转化或传递为离开系统或模块边界的导出信息。

注: 信息转换是功能的另一种视角,代表功能的特定方面。

3.1.36

信息转换功能 information translation function

执行信息转换的功能。

3.1.37

完整性 integrity

当没有给出可能导致任务不正确执行的系统的任何状态信息时,系统提供的任务将正确执行的保证。

3.1.38

直观性 intuitiveness

系统提供的操作方式可直接被操作人员理解的程度。

3.1.39

可维护性 maintainability

系统在给定条件下采用规定程序和资源进行维护后,可在给定使用条件下保持或恢复到能完成规定功能的状态的能力。

3.1.40

测量 measurement

通过试验获得一个或多个量值的过程,此量值可合理地认为属于一个量。

注 1: 测量不适用于标称特性。

注 2: 测量指示量值的对比,包括实体的计数。

注 3: 改写 ISO/IEC Guide 99:2007,定义 2.1。

3.1.41

(系统的)使命 mission(of a system)

分配给系统的在规定条件和时间内实现规定目标的总任务。

3.1.42

模型 model

基于足够精准的已知法则、认识或给定假设给出的一个系统或过程的数学或物理表示。

[IEC 6005-351:2013,定义 351-42-26]

3.1.43

模块 module

能执行各自功能,由组件组成,且易于与其他单元连接或组合的分立单元。

3.1.44

观察 observation

监测模式响应的过程。

[IEC 62528:2007,定义 3.1.34]

3.1.45

可操作性 operability

系统提供的操作方式能高效、直观、透明、稳健地完成操作人员任务的程度。

3.1.46

操作条件 operating condition

评定测量仪器或测量系统的性能的规定条件,或者对存在影响因素的测量结果进行对比的规定条件。

注: 改写 ISO/IEC Guide 99:2007,定义 4.11。

3.1.47

操作负荷 operating load

当 SRD 任务按设计执行时,由任务产生的系统负荷。

3.1.48

操作人员 operator

使用系统完成使命的人员。

注:在本标准中操作人员是一个通称,包括所有为完成使命而执行任何任务的人员。

3.1.49

性能 performance

系统在规定条件下执行任务的精确性和速度。

3.1.50

可靠性 reliability

在给定条件下和给定时间间隔内,执行所需功能的能力。

[GB/T 2900.99—2016,定义 192-01-24]

3.1.51

重复性误差 repeatability error

同一输入值,在一段短的时间间隔内及相同的操作条件下,输入量从同一方向做全量程范围移动,从若干连续测量的输出中获得的极限值之间的代数差。

注 1:重复性误差通常以全量程的百分数表示,不考虑迟滞和漂移。

注 2:改写 GB/T 20818.1—2015,定义 3.28。

3.1.52

分辨率 resolution

在指示中引起可察觉变化的被测量或供给量的最小变化量。

[IEC 60050-311:2001,定义 311-03-10]

3.1.53

响应时间 response time

在规定条件下,从信息转换开始至获得相应响应的时刻之间的时间间隔。

3.1.54

健壮性 robustness

系统采用明确的方法和程序正确解析操作人员执行的动作并做出响应,并通过提供适当的反馈消除歧义的程度。

3.1.55

安全性 safety

所考虑的功能和物理单元对外部不产生不可接受的风险。

注 1:安全及其他词的定义已逐渐(例如在“产品安全”和“机械安全”)或完全(例如“工作人员安全”“安全带”“功能安全”)改变。安全一词的使用参见 ISO/IEC Guide 51:2014 的第 4 章。

注 2:在标准化中,产品、过程和服务安全通常以达到许多因素的最优平衡来考虑,包括非技术因素,如人的行为,将对人员和物的危害风险降低到可接受的程度。

[IEC 60050-351:2013,定义 351-57-05]

3.1.56

安全完整性等级 safety integrity level; SIL

一种离散的等级(四种可能等级之一),对应于安全完整性的值的范围,其中安全完整性等级 4 是最

高等级,安全完整性等级 1 是最低等级。

注 1: 4 个安全完整性等级的目标失效量(见 GB/T 20438.4—2017 的 3.5.17)在 IEC 61508-1:2010 的表 2 和表 3 中进行规定。

注 2: 安全完整性等级用于规定分配到 E/E/PE 安全相关系统的安全功能的安全完整性要求。

注 3: 安全完整性等级(SIL)不是一种系统、子系统、组件或元件特性。对于“SIL n 安全相关系统”(其中 n 为 1、2、3 或 4)的正确理解是系统具有支持最高安全完整性等级 n 的安全功能的潜在能力。

[GB/T 20438.4—2017,定义 3.5.8]

3.1.57

信息安全 security

所考虑的物理单元不存在来自外部的不可接受的风险。

注 1: 本部分的信息安全是一个包含物理的安全、信息的安全、网络的安全和其他的通用术语。

注 2: 改写 IEC 60050-351:2013,定义 351-57-06。

3.1.58

空余处理能力 spare capacity

可运行其他任务的空余的系统处理能力。

3.1.59

系统配置 system configuration

系统组件的安排。

3.1.60

系统特性 system property

适用于 BCS 描述和区分而定义的参数。

注: 改写 ISO/IEC Guide 77-2:2008,定义 2.18。

3.1.61

系统要求文件 system requirements document;SRD

从目标应用的角度对 BCS 的使命和需求进行的描述。

3.1.62

系统规范文件 system specification document;SSD

基于 SRD 中描述的需求,对 BCS 实现的描述。

3.1.63

系统安全性 system safety

系统本身作为物理实体不会产生危险的程度。

注 1: 系统安全性不包括过程或被控装置的安全。

注 2: 系统安全性不包括功能安全。

3.1.64

任务 task

作为系统使命的一部分的逻辑完整的操作。

3.1.65

试验 test

经验性的评定。

3.1.66

透明度 transparency

系统提供的操作方式明显地使操作人员与其任务建立直接联系的程度。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

- BCS:基本控制系统(Basic Control System)
BDCS:基本离散控制系统(Basic Discrete Control System)
BPCS:基本过程控制系统(Basic Process Control System)
CRT:阴极射线管(Cathode Ray Tube)
EDI:电子数据交换(Electronic Data Interchange)
E/E/PE:电气/电子/可编程电子(Electrical/Electronic/Programmable Electronic)
GPS:全球定位系统(Global Positioning System)
I/O:输入和输出(Input and Output)
IEC:国际电工委员会(International Electrotechnical Committee)
ISO:国际标准化组织(International Standards Organization)
PID:比例积分微分(Proportional-Integral-Derivative)
QA:质量保证(Quality Assurance)
QM:质量管理(Quality Management)
SAT:现场验收试验(Site Acceptance Test)
SIL:安全完整性等级(Safety Integrity Level)
SRD:系统要求文件(System Requirements Document)
SSD:系统规范文件(System Specification Document)
TCP/IP:传输控制协议/网络协议(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)
ZVEI:德国电气和电子制造商协会(German Electrical and Electronic Manufacturers' Association)

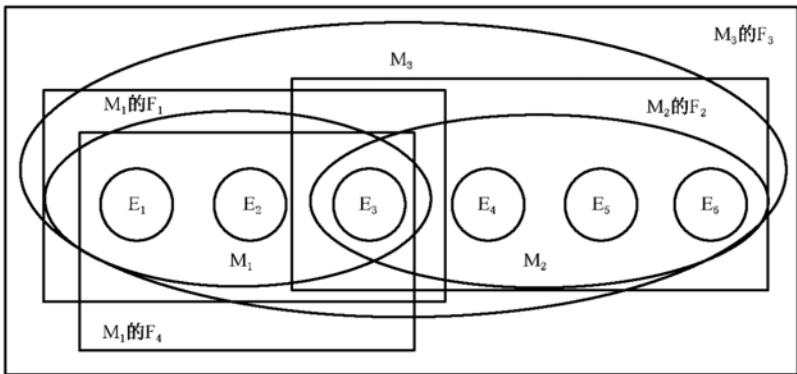
3.3 BCS 概念相关的术语扩展

图 2 给出了 BCS 的系统要求文件(SRD)和系统规范文件(SSD)之间关系的图形化表示。对要求和实现的能力层次都进行了展示。同时,图 2 给出了较低等级要求的映射,以及它们如何在系统中实现。SRD 从目标应用角度描述了 BCS 的任何和需求。SSD 描述了基于 SRD 中描述的需求的实现。



图 2 SRD 和 SSD 相关术语的关系

图 3 以重叠方式描述了实际应用/实现的多功能(要求)到多模块/组件(实现)的映射。



说明：
 M_n —— 模块 n ；
 E_n —— 组件 n ；
 F_n —— 功能 n 。

图 3 功能、模块和组件之间的关系

4 评估的基础

系统评估的目标是定性地和/或定量地确定系统完成特定使命的能力。
系统评估是基于证据,对相关系统特性对特定使命或一类使命的适用性的判定。
为获得所有证据,要求具有与特定使命或一类使命相关的所有系统特性的完整(即在所有影响因素下)评定。

- 由于实际中难以获得所有证据,因此系统的评估需要：
- 确定与完成使命相关的系统特性的关键性；
 - 以不同系统特性的成本效益贡献效果,计划相关系统特性的评估。

在系统评估的执行中,关键要牢记于心的是在成本和时间的约束条件内,获得对系统适用性的信心的最大提升。

为完成一项使命,系统被期望具有执行支撑该使命的必要任务的能力,如调节压力或流量、优化反应器条件等。

我们期望系统提供能够执行这些任务的功能。这些功能,如测量流量、储存数据和显示信息。这些功能在模块和组件中实现。一个组件可以是一个硬件、一个孔板、存储一个图像等。BCS 执行要求的功能,以多种配置使用可用的功能、模块和组件。系统的该特征使通过单独评定独立的功能、模块和组件,来合成系统实现特定任务的能力变得困难。

当执行系统评估时,其他适用标准和导则宜在可用的方面进行应用。

为了便于系统评估,系统特性宜根据本部分的规定分割为相关的组。这对于不需要或不能对所有方面进行评定的情况尤为有用。系统评估的边界应明确定义,这些边界上的条件宜进行规定。这些条件能够影响系统的行为。

系统评估的范围很大程度上依赖于系统的使命和边界、影响因素和评估目标。

评估范围可以用矩阵(一条轴列出系统特性,另一条轴列出考虑的影响因素)的形式方便地进行总结。该矩阵可用于记录每次系统特性所考虑的影响因素。

注：对于系统包括 BCS 的评估,除 GB/T 38852 给出的协议以外,其他认可的评估也可用。IEC 60300-3-1 可作为一系列方法论的参考。

5 评估的考虑

5.1 基础控制系统(BCS)

5.1.1 概述

系统通过其模块(每个模块具有功能)的相互作用,实现其使命。这些模块或者集中于一个位置,或者分布于几个位置。

系统实现使命的能力不能仅仅通过综合从单独模块和组件特性的评定中获得的数据来进行评估。但是,这些评定可以为系统评估提供有用和可能必要的输入。

很多系统特性是从模块的相互作用中衍生出来的。

在组建系统中,功能模块提供了定义和分类被评估系统的不同功能和子功能评定的有用工具。

在系统一般性的功能模块中,可以确定以下功能(见图 4):

- 过程/机器接口功能;
- 数据处理功能;
- 通信功能;
- 人机界面功能;
- 外部系统接口功能。

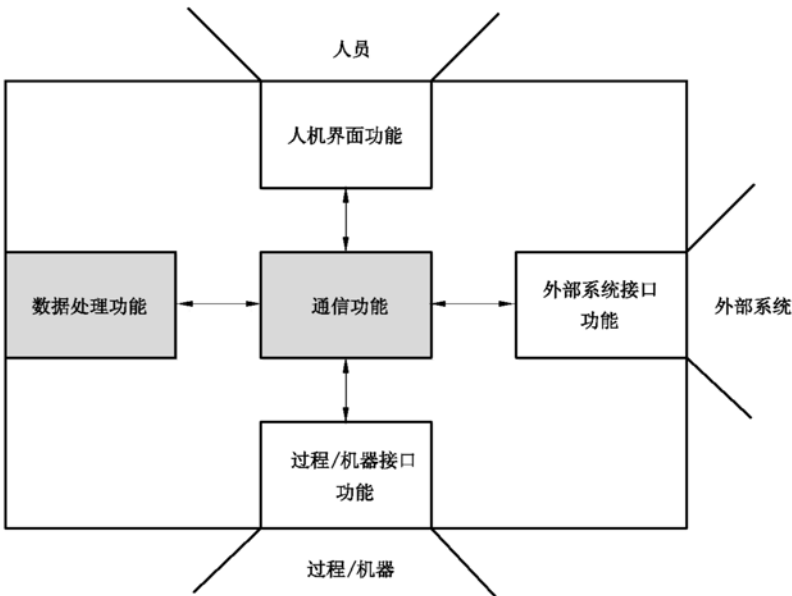


图 4 基本控制系统的模型

每个独立功能可以分布于明显不同的模块之间。

在另一个时段,可能重新动态地分配每个模块以执行明显不同的功能。

例如,控制功能可以存在或共享于:

- 具有自身的数据获取和实时趋势能力的模块;
- 具有独立数据获取模块和数据输出的过程控制模块;
- 利用 BCS 执行数据获取、数据输出和人机接口任务的过程控制任务的外部计算机。

功能模型有助于对被评估系统边界的清晰描述,并用于确定哪些组件在评估范围内。

功能模型也展示了组件间的关系,并支持用于评估系统内功能有效性的方法的构想。

5.1.2 过程/机器接口功能

过程/机器接口功能从过程/机器或它们的附属设备接收信号,并向过程/机器或它们的附属设备发送输出信号。

5.1.3 数据处理功能

数据处理功能可以用于连续控制、批控制、离散控制、报告、归档和/或实时趋势等。它们执行处理和传输由过程/机器接口功能提供的信息。

数据处理功能可以专用于单独任务或支持所要求的一组任务以实现系统使命。

5.1.4 通信功能

通信功能提供模块、组件之间的通信。该功能可以分布于系统中,作为每个模块中的专用硬件或软件实现。

5.1.5 人机接口功能

人机接口功能为操作员、工程师、技术人员、维修人员和管理人员提供对 BCS 的访问。该功能可存在于一个特定组件或分布于几个组件中。

5.1.6 外部系统接口功能

外部系统接口功能访问和转化外部系统中的可用数据为系统特定协议和格式,反之亦然。

外部系统接口功能访问和转换来自/进入外部系统的可用数据为系统特定协议和格式,反之亦然。

5.2 系统特性

5.2.1 概述

系统特性可以分类为 5.2.2~5.2.7 中列出的类型(见图 5)。

每个类型可以分解为更低等级的类型。这些更进一步的分类在 GB/T 38852 的其他部分进行规定。

该评估应包含对适用的国家标准所规定的要求的评估。

系统特性的评定方法和评定的准则很大程度上依赖于待评定系统的预期使命。

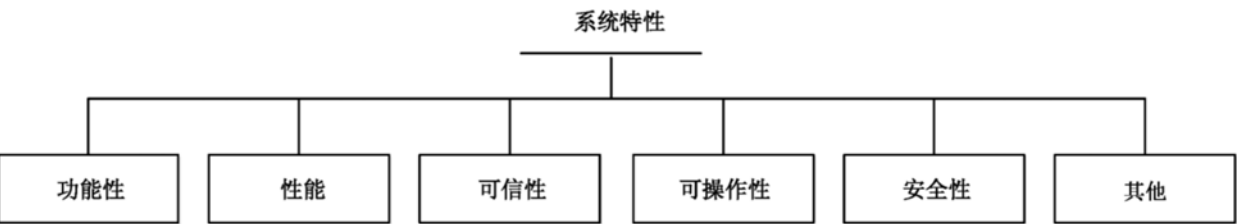


图 5 系统特性

5.2.2 功能性

功能性是一种系统特性,该特性指示系统提供和促进由系统使命所要求的执行任务的功能的程度。

5.2.3 性能

性能是一种系统特性,改特性指示系统在给定条件下执行其任务的精确度和速度的程度。

5.2.4 可信性

可信性是一种系统特性,该特性指示能够依赖系统执行预期功能的程度。

5.2.5 可操作性

可操作性是一种系统特性,该特性指示系统提供的操作方式能够有效、直观、透明、稳健地完成操作员任务的程度。

5.2.6 安全性

系统安全性是一种系统特性,该特性指示系统免于危险的程度。

5.2.7 其他

其他系统特性是指 IEC 61069-3~IEC 61069-7 中没有说明的系统特性。对其他系统特性的描述参见 IEC 61069-8。

其他系统特性的例子包括以下:

- 质量保证等;
- 由供应商和用户提供的系统支持,文件、培训、备用配件等;
- 硬件和软件的兼容性,通信等;
- 物理特性,如散热、重量等。

上面所列的每个其他系统特性可以分解为若干个相关特征。

5.3 影响因素

在系统特性的评定之前,有必要定义在执行使命期间系统可经受的操作条件的范围。

影响因素由其来源而分组(见图 6):

- 施加于系统上的系统使命/任务;
- 人员与系统的相互作用;
- 连接到系统的过程/机器;
- 服务于系统的基础设施;
- 系统所处的环境;
- 与系统相连的外部环境。

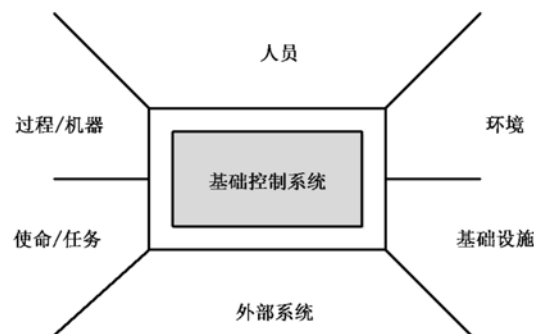


图 6 影响因素的来源

对于以上给出的每个来源,都具有若干个影响因素,举例见表 1。

表 1 影响因素举例

源	影响因素
使命/任务	● 本质(例如:连续、批处理、离散) ● 范围(例如:单次、多次) ● 操作模式(例如:启动、停车、正常、紧急情况) ● 监视模式(例如:连续、半连续、无人监视)
人员	● 命令(授权、未经授权的、虚假的) ● 任务(定义) ● 训练 ● 在场(连续) ● 内部安全威胁 ● 技术援助 ● 维护活动 ● 知识和技能
程序	● 输入/输出 ● 噪声 ● 程序中的材料
基础设施	● 电压 ● 频率中断 ● 瞬变 ● 绝缘 ● 失真 ● 噪声
环境	● 气候条件(例如:温度、湿度、气压、天气、结冰等) ● 时间(例如:漂移、老化) ● 运行时间(例如:预期寿命、工作时间) ● 极端的气候条件(例如:水浸泡、盐水、腐蚀性物质、灰尘) ● 机械条件[例如:物理空间、安装方法、机械力(如冲击、振动、加速度)] ● 电磁干扰(例如:静电放电、射频电磁场) ● 机械力(例如:冲击、振动、加速度) ● 生物危险(例如:虫害、真菌)
外部系统	● 命令(授权的、未经授权的、虚假的) ● 干扰(电噪声) ● 外部信息安全威胁

除上述外部影响因素外,系统的行为也受到以下因素影响:

——系统内部存在或出现的故障或错误;

——系统的局限性和特点,例如:许可证、安装、操作指南等。

这些行为与可靠性特性及其他系统特性有关。

评估所有影响因素的作用一般需要较高成本。

因此应判断必要的评估深度。这种判断宜考虑到系统对各种影响因素的预期灵敏度、系统使命的关键性,以及评估的可用资源。附录 A 描述了若干影响因素的举例。

附录 A
(资料性附录)

影响因素举例(信息来自 IEC TS 62603-1)

A.1 概述

附录 A 提供了一些与本部分有关的影响因素的例子,这些影响因素来源于 IEC TS 62603-1。
在本部分中描述的特性值的分类仅是例子。

A.2 影响因素

A.2.1 安装环境

本条介绍了 BPCS 及其元件的安装环境的一般特征。

根据 IEC 60654 的分类,BPCS 元件的工作条件分为四大类:

- 元件安装位置的气候条件(例如:温度、湿度等);
- 该元件连接的电源:电源的电气规范,以及关于抗扰和发射的电磁兼容的要求;
- 在运行过程中元件受到的机械影响(例如:振动、冲击等);
- 在运行过程中元件受到的腐蚀和侵蚀影响(例如:沙尘、气体、腐蚀液体等)。

A.2.2 腐蚀和侵蚀影响

A.2.2.1 概述

在使用过程测量和控制设备的工业中,污染浓度和反应性等级广泛分布,不尽相同。有些环境为严重腐蚀,而另一些环境为轻度腐蚀。因此根据污染严重等级 IEC 60654-4 给出了四个不同类别的环境:

- 1类:工业洁净空气:充分可控的环境,腐蚀不是决定设备可靠性的因素。
- 2类:中度污染:腐蚀影响可以测量的环境,腐蚀可能是决定设备可靠性的因素。
- 3类:重度污染:可能发生高概率腐蚀性侵害的环境。这些苛刻等级会促使进一步的评估,以采取环境控制或特殊设计和包装的设备。
- 4类:特殊环境:污染水平高于其他所有类别的环境。

A.2.2.2 气体和蒸汽

表 A.1 中的类别指出,恰当划分环境宜同时考虑平均浓度和峰值。峰值统一以 0.5 h 为基准。

化学剂(如 SO₂ 或 HF)在 0.5 h 内,它们的反应速率可能有很大的变化。因此,对于每一种污染物,峰值和平均值的关系可能不同。如果平均值和峰值不在同一类别,环境的分级宜由最高类别决定。

表 A.1 气体和蒸汽污染物浓度

单位为立方厘米每立方米

空气中化学 活性污染物	1 类		2 类		3 类		4 类	
	工业洁净空气		中度污染		重度污染		特殊环境	
	平均值	峰值	平均值	峰值	平均值	峰值	平均值	峰值
硫化氢(H ₂ S)	<0.003	<0.01	<0.05	<0.5	<10	<50	≥10	≥50
二氧化硫(SO ₂)	<0.01	<0.03	<0.1	<0.3	<5	<15	≥5	≥15
湿氯气(Cl ₂)相对湿度 >50%	<0.000 5	<0.001	<0.005	<0.03	<0.05	<0.3	≥0.05	≥0.3
干燥氯气(Cl ₂)相对湿度 ≤50%	<0.002	<0.01	<0.02	<0.10	<0.2	<1.0	≥0.2	≥1.0
氟化氢(HF)	<0.001	<0.005	<0.01	<0.05	<0.1	<1.0	≥0.1	≥1.0
氨(NH ₃)	<1	<5	<10	<50	<50	<250	≥50	≥250
氮氧化物(NO _x)	<0.05	<0.1	<0.5	<1.0	<5	<10	≥5	≥10
臭氧(O ₃)或其他氧化剂	<0.002	<0.005	<0.025	<0.05	<0.1	<1.0	≥0.1	≥1.0
三氯乙烯溶剂	—	—	<5	—	<20	—	≥20	—
特别(其他非指定)	—	—	—	—	—	—	—	—

注：溶剂蒸汽可以沉淀形成能变成腐蚀性的浆，尤其是对仪器的电气部件。

A.2.2.3 气溶胶

气溶胶是雾状的，悬浮在气体或空气中的小液滴。气溶胶分类的两个常见例子是“油雾”和“盐雾”。油雾分类的定义见表 A.2。

表 A.2 气溶胶污染物

油雾分类	1 类	2 类	3 类	4 类
油/干空气(μg/kg)	<5	<50	<500	> 500

盐雾分类的定义如下：

- 1 类：靠近海岸位置，距离海大于 0.5 km；
- 2 类：位于海岸上(小于 0.5 km)；
- 3 级：海上设施。

A.2.2.4 固体物

无法根据影响设施的固体物等级对环境进行分类。因此，通过固体物确定环境污染要考虑以下问题：

- 环境中会影响仪器和 BPCS 元件的固体物(即砂尘、水泥粉尘、纺织纤维等)的性质；
- 发生频率：即持续、偶然、不经常等；
- 平均粒径：如，小于 3 μm、3 μm 和 30 μm 之间、超过 0.3 mm 等；

- 浓度 $[\text{mg}/\text{kg}(\text{干空气})]$:只适用于空气中的固体颗粒。

A.2.2.5 液体

无法根据影响设施的液体物质等级对环境进行分类。因此,通过液体确定环境污染要考虑以下问题:

- 环境中会影响仪器和 BPCS 元件的液体物质的性质;
- 发生频率:即持续、偶然、不经常等;
- 导电性。

A.2.3 子系统集成

子系统集成是将单独开发的元件的模块组成在一起的流程,从而使它们可以作为单一系统进行工作。子系统是一个元件集,作为系统的一部分而工作,可以在系统内执行特定任务。子系统可能是现有的系统,这意味着已经安装和运行的系统宜包含在新的(更大)系统内。

另一个选择是子系统由其他供应商或制造商提供(第三方子系统)。

A.2.4 接地

IEC TS 61149 定义了电气设备和控制面板的三类接地方式。这几种方式与被要求的防电击保护的类别有关,如下:

- 1 类:这类电器应通过接地导体将机架连接到电气地。导致带电导体接触到外壳的设备故障,会在接地导体中引起电流。电流会触发过电流设备或剩余电流断路器动作,这将切断电器的电源。
- 2 类:此类或双绝缘电器被设计为不需要(和不宜)到电气地的安全连接方式。
- 3 类:被设计为从安全特低电压(SELV)电源供电。SELV 电源的电压足够低,在正常情况下人接触到不存在触电危险。因此,不需要 1 类和 2 类电气设备内置的额外安全功能。

A.2.5 电源

A.2.5.1 交流电源

A.2.5.1.1 概述

电源的额定电压值宜符合 IEC 60038 的要求。允许的频率为 50 Hz 和 60 Hz,适用于 PCS 的额定电压为:

- 120/240 V 用于单相系统(60 Hz);
- 230/400 V 用于三相系统(50 Hz);
- 277/480 V 用于三相系统(60 Hz)。

交流电源的特性是:电压、频率、谐波失真、电源与备用电源之间的切换时间。对于每种特性,根据 IEC 60654-2 定义了一组不同的类型。

A.2.5.1.2 交流电源电压类型

电源电压根据电压相对于其额定值的变化百分比进行分类。定义了四个类型:

- AC1 类型: $\pm 1\%V_{\text{nom}}$;
- AC2 类型: $\pm 10\%V_{\text{nom}}$;
- AC3 类型:从 $10\%V_{\text{nom}}$ 到 $-15\%V_{\text{nom}}$;
- AC4 类型:从 $15\%V_{\text{nom}}$ 到 $-20\%V_{\text{nom}}$ 。

存在电源电压不包含在上述类型中的特殊类型。

A.2.5.1.3 交流电源频率类型

频率变化表示为相对于额定频率值的百分比偏差。定义了三个类型：

- F1 类型： $\pm 0.2\% F_{\text{nom}}$ ；
- F2 类型： $\pm 1\% F_{\text{nom}}$ ；
- F3 类型： $\pm 5\% F_{\text{nom}}$ 。

存在电源频率不包含在上述类型中的特殊类型。

A.2.5.1.4 谐波量

总谐波失真定义为谐波电压的平方和的平方根除以基波电源频率电压(r.m.s.)的百分比，如式(A.1)所示：

$$\text{THD} = \frac{\sqrt{\sum_{h=1}^{h=10} V_h^2}}{V_{1N}} \dots\dots\dots (\text{A.1})$$

式中：

- h ——谐波次数；
- V_h ——阶数 h 的电压谐波分量的 RMS 值；
- V_{1N} ——基波电压分量的 RMS 值。

定义了四个类型：

- H1：谐波含量小于 2%；
- H2：谐波含量小于 5%；
- H3：谐波含量小于 10%；
- H4：谐波含量小于 20%。

存在谐波含量不包含在上述类型中的特殊类型。

A.2.5.1.5 切换时间

对于具有辅助或备用电源的系统，切换时间是从主电源的电压偏差触发切换到辅助电源恢复至正常电压之间的时间间隔。在切换时间之后，电压宜在指定电源类型的限定值内。触发切换的偏差值通常是切换系统的特性。

定义了切换时间的五个类型：

- ST1：切换时间小于 3 ms；
- ST2：切换时间小于 10 ms；
- ST3：切换时间小于 20 ms；
- ST4：切换时间小于 200 ms；
- ST5：切换时间小于 1 s。

存在切换时间不包含在上述类型中的特殊类型。

A.2.5.2 直流电源

A.2.5.2.1 概述

根据 IEC 60038 的要求，直流电源的额定电压值为：12/48/110/220 V。

直流电源的特征是：电压、纹波、从电源故障到辅助电源接通的切换时间。对于每种特征，根据

IEC 60654-2 定义了一组不同的类型。

A.2.5.2.2 直流电源电压类型

直流电源电压按电压相对于额定值的变化百分比进行分类。定义了四个类型：

- DC1: $\pm 1\%V_{\text{nom}}$;
- DC2: 从 $10\%V_{\text{nom}}$ 到 $-15\%V_{\text{nom}}$;
- DC3: 从 $15\%V_{\text{nom}}$ 到 $-20\%V_{\text{nom}}$;
- DC4: 从 $30\%V_{\text{nom}}$ 到 $-25\%V_{\text{nom}}$ 。

存在电压变化不包含在上述类型中的特殊类型。

A.2.5.2.3 直流电源电压纹波类型

纹波电压被定义为在额定负载下测得的电源电压的总 AC 分量的峰-峰值与测得的(平均)电源电压的百分比。定义了四个类型：

- DC1: 纹波电压小于 0.2% ;
- DC2: 纹波电压小于 1% ;
- DC3: 纹波电压小于 5% ;
- DC4: 纹波电压小于 15% 。

存在电源纹波不包含在上述类别中的特殊类型。

A.2.5.2.4 切换时间

对于具有辅助或备用电源的系统,切换时间是从主电源的电压偏差触发切换到辅助电源恢复至正常电压之间的时间间隔。在切换时间之后,电压宜在指定电源类型的限定值内。

定义了切换时间的五个类型：

- STDC1: 切换时间小于 1 ms ;
- STDC2: 切换时间小于 5 ms ;
- STDC3: 切换时间小于 20 ms ;
- STDC4: 切换时间小于 200 ms ;
- STDC5: 切换时间小于 1 s 。

存在切换时间不包含在上述类型中的特殊类型。

A.2.5.2.5 接地

宜规定直流电源的接地为以下三种可能性之一：

- 正极接地;
- 负极接地;
- 浮空。

A.2.6 气候条件

所考虑的气候条件是在系统及其元件安装的特定场所的气温、湿度和大气压力。场所类型分为四个严酷性等级用来定义场所的预期气候条件。场所类型适用于运行、存储和运输。特定类型适用于 IEC 60721-3-1 和 IEC 60721-3-2 中规定的存储和运输。

场所类型如下：

- A 类: 气候防护场所、空调场所。在这些场所,气温和湿度都被控制在规定的范围内。

- B类:气候防护场所、供热和/或制冷的封闭场所。在这些场所,只有气温控制在规定的范围内。
- C类:气候防护场所、有遮盖和/或无供热的封闭场所。在这些场所,气温和湿度都不受控制,并且设备只对如太阳直接辐射、降雨、全风压等气候因素的直接暴露进行防护。
- D类:无气候防护场所、户外场所。在这些场所,气温和湿度都不受控制,并且设备暴露于大气环境下,例如直接太阳辐射、降雨、全风压等。

表 A.3 摘自 IEC 60654-1,列出了每个场所类型的气候条件的极限值。

表 A.3 场所类型的气候条件参数和严酷度

环境参数	单位	场所类型(括号中的符号表示 IEC 60721-3-1、IEC 60721-3-3 和 IEC 60721-3-4 的气候等级)												
		A1 ^a (3K1) —	Ax ^b — —	B1 (3K2) —	B2 (3K3) (1K2)	B3 (3K4) —	Bx ^b — —	C1 (3K5) (1K3)	C2 (3K6) —	C3 (3K7) (1K5)	Cx ^b — —	D1 (4K2) (1K8)	D2 (4K3) —	Dx ^b — —
低气温	℃	+20		+15	+5	+5		—5	—25	—40		—33	—50	
高气温	℃	+25		+30	+40	+40		+45	+55	+70		+40	+40	
低相对湿度	%	20		10	5	5		5	10	10		15	15	
高相对湿度	%	75		75	85	95		95	100	100		100	100	
低绝对湿度	g/m ³	4		2	1	1		1	0.5	0.1		0.26	0.03	
高绝对湿度	g/m ³	15		22	25	29		29	29	35		25	36	
太阳辐射	W/m ²	500		700	700	700		700	1 120	1 120		1 120	1 120	
温度变化率 ^c	℃/min	0.1		0.5	0.5	0.5		0.5	0.5	0.1		0.5	0.5	
结露	—	无		无	无	有		有	有	有		有	有	
风驱降水 (雨、雪、冰雹等)	—	无		无	无	无		无	有	有		有	有	
结冰	—	无		无	无	无		有	有	有		有	有	
低气压	kPa	86 ^d		86 ^d	86 ^d	86 ^d		86 ^d	86 ^d	86 ^d		86 ^d	86 ^d	
高气压		106		106	106	106		106	106	106		106	106	

^a 对于规定的温度值,公差为±2℃。

^b 对于“特殊”类型 Ax、Bx、Cx 和 Dx,值宜选自 IEC 60721-3-1、IEC 60721-3-2、IEC 60721-3-3 和 IEC 60721-3-4。

^c 当显著时考虑。

^d 高海拔和/或运输使用 70 kPa。

对于每个场所类型 A、B、C 或 D,根据定义该类场所的环境参数的不同值定义了几个等级(即 B1、B2、C1、C2 等)。

A.2.7 EMC 要求

A.2.7.1 概述

对工作电压低于交流 1 000 V 或直流 1 500 V 的电气设备提出 EMC 辐射发射和抗扰度的要求。

A.2.7.2 抗扰度

A.2.7.2.1 概述

评定设备抗扰度的通用性能准则如下：

- A 类：当暴露于电磁干扰下时，能够在规定限值内正常工作；
- B 类：在电磁干扰下临时降级，或者可自愈的功能或性能；
- C 类：在电磁干扰下临时退化，或者缺失需要操作人员介入或者系统重启的功能或性能。

性能判据宜适用于设备暴露于的每一个干扰。每个干扰的限值参见 A.2.7.2.2~A.2.7.2.10。

通用应用的抗扰度要求在 IEC 61326-1:2012 的表 1 中给出。

专用于工业配置中的设备特定抗扰度要求在 IEC 61326-1:2012 的表 2 中给出。

A.2.7.2.2 静电放电(ESD)

ESD 干扰测试要求见 IEC 61000-4-2。

A.2.7.2.3 射频电磁场辐射

IEC 61000-4-3 定义了如下所列的五种环境类型：

- 1 类：低微电磁辐射环境。位于 1 km 之外的，发射器和接收器是低功率的，当地无线电台或电视台的典型辐射级别。
- 2 类：中度电磁辐射环境。使用低功率(标准功率低于 1 W)的便携式收发器，但在靠近设备时有使用限制(典型商业环境)。
- 3 类：恶劣电磁辐射环境。便携式收发器(功率大于或等于 2 W)在相对接近设备，但距离不少于 1 m 的范围内使用。靠近设备处有高功率广播发射器或者工业、科学和医疗射频设备(典型工业环境)。
- 4 类：便携式收发器在距离设备小于 1 m 的范围内使用。距离设备 1 m 范围内允许有其他干扰信号源。
- X 类：X 是一个可以在产品标准或者设备说明书中被商议指定的开放等级。

类别的指定和测试等级相关，测试等级指定被辐射的设备一个压力用于定量测量(参见表 A.4)。

表 A.4 射频场测试等级

单位为伏每米

类别	测试场强
1	1
2	3
3	10
4	30
X	指定

A.2.7.2.4 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.4—2018 定义了五种环境类型,如下所列:

- 1类:良好的设施环境

按照以下属性指定类别:

- 在开关电源和控制电路里抑制所有的电快速瞬变脉冲群;
 - 供电线路分开(交流和直流),并且控制和测量来自级别更高的环境里的电路;
 - 参考设备接地因素将屏幕两端接地来屏蔽供电电缆,并且用滤波器保护电源。
- 一个计算机机房可以代表这种环境。

在这个类别里测试设备受限于电源电路的型式试验、接地电路和装配后的设备柜测试。

- 2类:设施环境

按照以下属性指定类别:

- 抑制部分电源和控制电路的电快速瞬变脉冲群、电源和控制电路仅通过继电器控制(没有接触器);
 - 工业环境中的工业电路和更高级别环境中的电路分离效果差;
 - 没有屏蔽的电源与控制电缆,和信号与通信电缆之间物理分离。
- 工业的和电厂的控制室或者终端室可以代表这种环境。

- 3类:典型工业环境

按照以下属性指定类别:

- 不抑制只通过继电器控制(没有接触器)的电源和控制电路的电快速瞬变脉冲群;
 - 工业电路和更高级别环境中的电路分离效果差;
 - 电源、控制、信号和通信线路有专用电缆;
 - 电源、控制、信号和通信电缆分离效果差;
 - 无论是导电管或者是在连接保护接地系统的电缆槽里的接地导线为代表的接地系统都可用。
- 重工业生产过程可以代表这种环境。

- 4类:严峻工业环境

按照以下属性指定类别:

- 不抑制通过继电器和接触器控制的电源和控制电路及电源电路的电快速瞬变脉冲群;
- 严峻的工业环境中的工业电路和更高级别环境中的电路不分离;
- 电源、控制、信号和通信电缆之间没有分开;
- 控制和信号线路共同用多芯电缆。

没有采用特定安装规范的工业生产设备的区域、发电厂、露天高压继电器室和操作电压高达500 kV的变电站及气体绝缘变电站可以代表这种环境。

- 5类:被分析的特殊环境

比上述环境级别或高或低的环境要求和来自设备电路、电缆、电线等的干扰源之间有或大或小的电磁分离,并且要求装置质量。需注意高级别环境中的设备线路可以穿透低级别环境。

表 A.5 是和装置类别相关的测试级别,测试级别通过定量测量设备的电压值给出。

表 A.5 电快速瞬变脉冲群测试等级

开路输出测试电压和脉冲重复率				
级别	电源端口、PE		输入/输出信号、数据和控制端	
	电压峰值/kV	重复率/kHz	电压峰值/kV	重复率/kHz
1	0.5	5 或 100	0.25	5 或 100
2	1	5 或 100	0.5	5 或 100
3	2	5 或 100	1	5 或 100
4	4	5 或 100	2	5 或 100
X ^a	指定	指定	指定	指定
一般使用 5 kHz 的重复率,但是 100 kHz 更接近现实状况。产品委员会需要根据特定的产品或者产品型号决定使用哪一种频率。				
某些产品的电源端和输入输出端也许没有清晰的分别,在这种情况下,取决于产品委员会指定的测试目标。				
^a “X”是一个开放级别,在专用设备规范中这个级别需要被指定。				

A.2.7.2.5 浪涌

GB/T 17626.5—2019 定义了环境的七个类别,如下所列:

- 0 类:防护良好的电气环境,常指专用房间

所有进线电缆都配备过压保护装置(初级和二级),电子设备单元通过一个设计良好的,不会被电力设施或者闪电显著影响的接地系统相连。电子设备配备专用电源(参见表 A.6)。浪涌电压可以不超过 25 V。

- 1 类:部分防护的电气环境

所有到房间的进线电缆都配备过压保护装置(初级)。设备单元通过一个不会被电力设施或者闪电显著影响的接地网络良好连接。电子设备拥有和其他设备完全独立的电源。开关操作可以在房间内形成干扰电压。浪涌电压可以不超过 500 V。

- 2 类:即使短期运行,电缆也被良好的分离的电气环境

装置通过独立连接电源装置的接地系统接地,电源装置可以经受装置本身或者闪电产生的干扰电压。电子设备的电源通常使用一种用于电源的专用变压器和其他电路分离。在装置中有数量有限的没有防护但是隔离良好的电路。浪涌电压可以不超过 1 kV。

- 3 类:电源和信号电缆并行运行的电气环境

装置通过电源装置的通用接地系统接地,电源装置可以经受装置本身或者闪电产生的干扰电压。由电源装置里的接地故障、开关操作和闪电产生的电流可以在接地系统里产生高振幅的干扰电压。受防护的电子设备和低敏感度电气设备连接在相同的电源网络上。互相连接的电缆可以有部分是室外电缆,但要紧邻接地网络。在装置里有未加抑制的感性负载,并且通常不同场的电缆没有被分离。浪涌电压可以不超过 2 kV。

- 4 类:户外电缆和电源电缆相互连接的电气环境,并且电缆同时应用于电子电路和电路

装置和电源装置的接地系统相连,电源装置可以经受装置本身或者闪电产生的干扰电压。由电源装置里的接地故障、开关操作和闪电产生的在千安范围内的电流可以在接地系统里产生高振幅的干扰电压。电子设备和其他电气设备可以使用同一个供电网络。即使对高压设备,互连电缆也作为户外电

缆运行。这类环境有特殊情况是,在人口密集区电子设备和通信网络相连,在电子设备外部没有系统地构建接地网络,并且接地网络只有管线、电缆之类构成。浪涌电压可以不超过 4 kV。

- 5 类:在人口非密集区,电子设备和通信电缆以及架空电力线路连接的电气环境

所有的电缆和线路都配备过压保护装置(初级)。在电子设备的外部没有广泛分布的接地系统(露天的工厂)、由接地故障(电流高达 10 kA)和闪电(电流高达 100 kA)产生的干扰电压可以非常高。类别 4 可以覆盖这个类别的要求。

- X 类:特殊情况由产品规范中指定

表 A.6 是和装置类别相关的测试级别,测试级别通过定量测量设备的电压值给出。

表 A.6 浪涌保护测试级别

单位为千伏

装置类别	测试级别											
	交流电源和交流输入输出端直接和电源网络连接耦合模式		交流电源和交流输入输出端不直接和电源网络连接耦合模式		直流电源和直流输入输出端直接连接耦合模式		非对称工作电路/线路 ^{d, f} 耦合模式		对称工作电路/线路 ^{d, f} 耦合模式		屏蔽输入输出端和通信线路 ^f 耦合模式	
	线到线	线到地	线到线	线到地	线到线	线到地	线到线	线到地	线到线	所有的线到地	线到线	线到地
0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1	NA	0.5	NA	NA	NA	NA	NA	0.5	NA	0.5	NA	NA
2	0.5	1.0	NA	NA	NA	NA	0.5	1.0	NA	1.0	NA	0.5
3	1.0	2.0	1.0 ^c	2.0 ^{b, c}	1.0 ^{b, c}	2.0 ^{b, c}	1.0 ^c	2.0 ^{b, c}	NA	2.0 ^{b, c}	NA	2.0 ^c
4	2.0	4.0 ^b	2.0 ^c	4.0 ^{b, c}	2.0 ^c	4.0 ^{b, c}	2.0 ^c	4.0 ^{b, c}	NA	2.0 ^{b, c}	NA	4.0 ^c
5	^a	^a	2.0	4.0 ^b	2.0	4.0 ^b	2.0	4.0 ^{b, c}	NA	4.0 ^b	NA	4.0 ^c
注: NA 表示不适用。												
^a 取决于当地供电系统的类别。 ^b 通常用初级防护措施测试。 ^c 如果电缆长度小于或等于 10 m, 可以用低一级的测试级别。 ^d 专用于数据连接的长度小于 10 m 的电缆不测试。 ^e 如果测试设备的上游指定防护措施, 防护措施没有实施的情况下测试级别和防护级别相一致。 ^f 不对称线路、对称线路、屏蔽输入输出线路和/或通信线路可以包含高速通信线路。												

A.2.7.2.6 射频场引起的传导干扰

IEC 61000-4-6 定义了四级环境, 如下所示:

- 1 级:低级电磁辐射环境。无线电/电视台位于距离超过 1 km 的典型等级,低功率收发器的典型等级。
- 2 级:中等电磁辐射环境。低功率便携式收发器(通常小于 1 W 额定值)在使用中,但是在靠近设备(典型的商业环境)的使用上存在限制。
- 3 级:严酷电磁辐射环境。便携式收发器(2 W 及更多)在使用时相对靠近设备,但距离不小于 1 m。大功率广播发射机靠近设备,ISM 设备可能位于附近(典型的工业环境)。
- X 级:X 是可以在专用设备规范或设备标准中协商和指定的开放等级。

表 A.7 报告了安装等级和相应的测试等级,这些等级表示设备承受的压力的定量测量。

表 A.7 射频场引起的干扰的测试等级

频率变化范围为 150 kHz~80 MHz		
等级	电压等级(e.m.f)	
	$U_0/[\text{dB}(\mu\text{V})]$	U_0/V
1	120	1
2	130	3
3	140	10
X ^a	特殊	
^a X 是一个开放等级。		

A.2.7.2.7 工频磁场

GB/T 17626.8—2006 定义了六级环境,如下所示:

- a) 1 级:使用电子束的敏感设备可以使用的环境等级
代表设备有显示器、电子显微镜等。
- b) 2 级:良好保护的环境
 - 1) 环境的特点是具有以下属性:
 - 不存在可能产生漏磁通的电力设备,如电力变压器;
 - 不受 H.V. 母线影响的区域。
 - 2) 代表这种环境的有:家庭、办公室、远离地面保护导体的医院保护区、工业设施区域和 H.V. 子站。
- c) 3 级:受保护的环境
 - 1) 环境的特点是具有以下属性:
 - 可能引起漏磁通或磁场的电气设备和电缆;
 - 靠近保护系统的接地导体;
 - M.V. 电路和 H.V. 母线远离(几百米)有关设备。
 - 2) 代表这种环境的有:商业区、控制建筑、非重工业厂房、H.V. 子站的计算机室。
- d) 4 级:典型的工业环境
 - 1) 环境的特点是具有以下属性:
 - 短分支电源线作为母线等;
 - 可能产生漏磁通的大功率电气设备;
 - 保护系统的接地导体;
 - M.V. 电路和 H.V. 母线距离相关设备相对较近(几十米)。
 - 2) 代表这种环境的有:重工业和发电厂的区域,以及 H.V. 子站的控制室。
- e) 5 级:严酷工业环境
 - 1) 环境的特点是具有以下属性:
 - 导体、母线或 M.V.、H.V. 线承载几十千安的电流;
 - 保护系统的接地导体;
 - 临近 M.V. 和 H.V. 母线;
 - 临近大功率电气设备。
 - 2) 代表这种环境的有:重工业厂房的开关厂区,M.V.、H.V. 和发电站。

f) X级:特殊环境

安装等级与表 A.8 中定义的测试等级相关,表 A.8 给出了设备承受的压力的定量测量。

表 A.8 工频磁场测试等级

单位为安培每米

等级	磁场强度
1	1
2	3
3	10
4	30
5	100
X ^a	特殊
^a X 是一个开放等级。这个等级可以在产品规格中给出。	

A.2.7.2.8 脉冲磁场

GB/T 17626.9—2011 定义了六级环境,但只有四级适用于工业应用,有用的等级如下所示:

a) 3级:受保护的环境

环境的特点是,靠近雷电保护系统的接地导体和金属结构。代表这种环境的有:商业区、控制建筑、附近设有防雷系统或金属结构的非重工业厂房,H.V.子站的计算机室。

b) 4级:典型工业环境

环境的特点是,靠近雷电保护系统或金属结构的引线。代表这种环境的有:重工业和发电厂的区域和 H.V.子站的控制室。

c) 5级:严酷工业环境

1) 环境的特点是具有以下属性:

——导体、母线或 M.V.,H.V.线承载几十千安的电流;

——雷电保护系统的接地导体或像传输整个雷电电流的线路塔的高结构。

2) 代表这种环境的有:重工业厂房的开关厂区,M.V.、H.V.和发电站。

d) X级:特殊环境

安装等级与表 A.9 中给出的测试等级相关,表 A.9 给出了设备承受的压力的定量测量。

表 A.9 脉冲磁场的测试等级

单位为安培每米

等级	脉冲磁场强度
3	100
4	300
5	1 000
X ^a	特殊
^a X 是一个开放等级。这个等级可以在产品规格中给出。	

A.2.7.2.9 阻尼振荡磁场

GB/T 17626.10—2017 定义了 4 个适用于安装 BPCS 设备的工业环境的等级:

a) 3级:受保护的环境;

- b) 4级:典型工业环境;
- c) 5级:严酷工业环境;
- d) X级:特殊环境。

每一个环境等级与表 A.10 中给出的测试等级相关,表 A.10 说明了设备承受的压力的定量测量。

表 A.10 阻尼振荡磁场的测试等级

单位为安培每米

等级	阻尼振荡磁场强度
3	100
4	300
5	1 000
X ^a	特殊
^a X 是一个开放等级。这个等级可以在产品规格中给出。	

A.2.7.2.10 电压骤降和短时中断

GB/T 17626.11—2008 定义了三级环境,如下所示:

- a) 1级:此级适用于受保护的供电,并且具有低于公共电网等级的兼容性等级。它涉及对供电干扰非常敏感的设备的设备使用,例如技术实验室的仪器、某些自动化和保护设备、某些计算机等。1级环境通常包含需要由诸如不间断电源、滤波器或浪涌抑制器保护的的设备。
- b) 2级:此级通常适用于工业环境中的公共耦合点(用户系统的 PCC)和工厂内的耦合点(IPC)。此级的兼容性级别与公共电网的兼容性级别相同;因此设计用于公共电网中的元件可以在这种等级的工业环境中使用。
- c) 3级:此级仅适用于工业环境中的 IPC。对于某些干扰现象,它具有比等级 2 更高的兼容性等级。例如,当满足以下任何条件时,宜考虑此等级:
 - 大部分负载通过转换器反馈;
 - 存在焊接机;
 - 大型电机频繁启动;
 - 负载变化很快。

安装等级与表 A.11 和表 A.12 中的测试等级相关,这些等级给出了设备承受的压力的定量测量。用作测试等级的基础规范的电压是设备的额定电压(U_T)。

表 A.11 电压骤降的测试等级

等级 ^a	电压骤降的测试等级和持续时间(t_s)(50 Hz/60 Hz)				
1 级	根据设备要求逐个确定				
2 级	0%持续时间 1/2 循环	0%持续时间 1 循环	70%持续时间, 25 或 30 ^c 循环		
3 级	0%持续时间 1/2 循环	0%持续时间 1 循环	40%持续时间 10 或 12 循环	70%持续时间 25 或 30 ^c 循环	80%持续时间 250 或 300 循环
X 级 ^b	X	X	X	X	X
^a 按 IEC 61000-2-4 给出的等级。 ^b 由产品委员会定义。对于直接或间接连接到公共电网的设备,等级不宜低于 2 级。 ^c “25 或 30 循环”是指“50 Hz 试验的 25 个循环”和“60 Hz 试验的 30 个循环”。					

表 A.12 短时中断的测试等级

等级 ^a	短时中断的测试等级和持续时间(t_s)(50 Hz/60 Hz)
1 级	根据设备要求逐个确定
2 级	0%持续时间,250 或 300 ^c 循环
3 级	0%持续时间,250 或 300 ^c 循环
X 级 ^b	X
^a 按 IEC 61000-2-4 给出的等级。 ^b 由产品委员会定义。对于直接或间接连接到公共电网的设备,等级不宜低于 2 级。 ^c “250 或 300 循环”是指“50 Hz 试验的 250 个循环”和“60 Hz 试验的 300 个循环”。	

A.2.7.3 发射

IEC 61000-6-4:2006 定义了适用于工业环境中使用的电气和电子设备的 EMC 发射要求。频率范围在 0.15 MHz~6 GHz 之间。

要求见 IEC 61000-6-4:2006 的表 1~表 3。

如果 BPCS 元件符合 IEC 61000-6-4:2006,则不需要有关电磁发射的规范。

A.2.8 机械振动

用于 BPCS 及其元件的振动环境的分类判据很大程度上依赖于设备的性质,如尺寸、质量、布线等。因此,宜考虑 GB/T 17214.3—2000 的技术方法。元件上的应力表示为振动严酷度和振动持续时间。

振动严酷度表示为在振动期间元件承受的以毫米每秒(mm/s)为单位表示的速度。振动的频率范围宜在 1 Hz~150 Hz 之间。

振动严酷度的五个等级包括:

- V.S.1:速度<3 mm/s(即控制室和一般工业环境);
- V.S.2:速度<10 mm/s(即现场设备);
- V.S.3:速度<30 mm/s(即现场设备);
- V.S.4:速度<300 mm/s(即现场设备,包括运输);
- V.S.X:速度>300 mm/s。

所考虑的装置的振动持续时间宜从下列三个等级中选择其一:

- V.T.1 长久:100%时间;
- V.T.2 临时:10%时间;
- V.T.3 偶尔:1%时间。

参 考 文 献

- [1] GB/T 2900.99—2016 电工术语 可信性
- [2] GB/T 17214.3—2000 工业过程测量和控制装置的工作条件 第3部分:机械影响
- [3] GB/T 17626.4—2018 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- [4] GB/T 17626.5—2019 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验
- [5] GB/T 17626.8—2006 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
- [6] GB/T 17626.9—2011 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验
- [7] GB/T 17626.10—2017 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡磁场抗扰度试验
- [8] GB/T 17626.11—2008 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验
- [9] GB/T 20818.1—2015 工业过程测量和控制 过程设备目录中的数据结构和元素 第1部分:带模拟量和数字量输出的测量设备
- [10] ISO/IEC Guide 2:2004 Standardization and related activities—General vocabulary
- [11] ISO/IEC Guide 51:2014 Safety aspects—Guidelines for their inclusion in standards
- [12] ISO/IEC Guide 77-2:2008 Guide for specification of product properties and classes—Part 2: Technical principles and guidance
- [13] ISO/IEC Guide 99:2007 International vocabulary of metrology—Basic and general concepts and associated terms (VIM)
- [14] ISO 9001:2015 Quality management systems—Requirements
- [15] ISO/IEC 11581-1:2000 Information technology—User system interfaces and symbols—Icon symbols and functions—Part 1: Icons—General
- [16] ISO/IEC 12207:2008 Systems and software engineering—Software life cycle processes
- [17] ISO 15513:2000 Cranes—Competency requirements for crane drivers (operators), slingers, signallers and assessors
- [18] ISO 18435-1:2009 Industrial automation systems and integration—Diagnostics, capability assessment and maintenance applications integration—Part 1: Overview and general requirements
- [19] IEC 60038 IEC standard voltages
- [20] IEC 60050 (all parts) International Electrotechnical Vocabulary
- [21] IEC 60050-311:2001 International Electrotechnical Vocabulary—Electrical and electronic measurements and measuring instruments—Part 311: General terms relating to measurements
- [22] IEC 60050-351:2013 International Electrotechnical Vocabulary—Part 351: Control technology
- [23] IEC 60300-3-1 Dependability management—Part 3-1: Application guide—Analysis techniques for dependability—Guide on methodology
- [24] IEC 60654 (all parts) Industrial-process measurement, control and automation equipment—Operating conditions
- [25] IEC 60654-1 Industrial-process measurement and control equipment—Operating conditions—Part 1: Climatic conditions
- [26] IEC 60654-2 Operating conditions for industrial-process measurement and control equipment—Part 2: Power

- [27] IEC 60654-4 Operating conditions for industrial-process measurement and control equipment—Part 4: Corrosive and erosive influences
 - [28] IEC 60664-1 Insulation coordination for equipment within low-voltage systems—Part 1: Principles, requirements and tests
 - [29] IEC 60721-3-1 Classification of environmental conditions—Part 3 Classification of groups of environmental parameters and their severities—Section 1: Storage
 - [30] IEC 60721-3-2 Classification of environmental conditions—Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities—Section 2: Transportation
 - [31] IEC 60721-3-3 Classification of environmental conditions—Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities—Section 3: Stationary use at weatherprotected locations
 - [32] IEC 60721-3-4 Classification of environmental conditions—Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities—Section 4: Stationary use at non-weatherprotected locations
 - [33] IEC 61000-4-3 Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-3: Testing and measurement techniques—Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity Test
 - [34] IEC 61000-4-6 Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-6: Testing and measurement techniques—Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields
 - [35] IEC 61000-2-4 Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 2-4: Environment Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances
 - [36] IEC 61010-1 Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use—Part 1: General requirements
 - [37] IEC 61069 (all parts) Industrial-process measurement, control and automation—Evaluation of system properties for the purpose of system assessment
 - [38] IEC TS 61149 Guide for safe handling and operation of mobile radio equipment
 - [39] IEC 61326-1:2012 Electrical equipment for measurement, control and laboratory use—EMC requirements—Part 1: General requirements
 - [40] IEC TR 61508-0 Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems—Part 0: Functional safety and IEC 61508
 - [41] IEC 61508-1:2010 Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems—Part 1: General requirements
 - [42] IEC 61800-7-1:2015 Adjustable speed electrical power drive systems—Part 7-1: Generic interface and use of profiles for power drive systems—Interface definition
 - [43] IEC 62381 Automation systems in the process industry—Factory acceptance test (FAT), site acceptance test (SAT), and site integration test (SIT)
 - [44] IEC 62443 (all parts) Industrial communication networks—Network and system Security
 - [45] IEC 62528:2007 Standard Testability Method for Embedded Core-based Integrated Circuits
 - [46] IEC TS 62603-1 Industrial process control systems—Guideline for evaluating process control systems—Part 1: Specifications
 - [47] IEC 82045-1:2001 Document management—Part 1: Principles and methods
-